

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_Zwischenaushub_wul.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 89.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 87.14 m

Grundwasserstand (rechts) = 89.50 m

Grundwasserstand (links) = 87.14 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[-]
1	10.00	14.00	4.00	4.66	3.39	1.36	52.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	0.00	0.00	10.00	89.50

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	
1	89.50	89.50	75.31	3.38	3.38	3.38	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Typ = 1 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum mittig)

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Typ = 3 ==> trapezförmig (oben / unten = 3:1)

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge von 10.60 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m³]	[MN/m³]
87.14	86.14	0.000	2.000
86.14	83.90	2.000	3.000
83.90	82.90	3.000	20.000
82.90	78.90	20.000	30.000
78.90	47.14	100.000	100.000

Bettung gemäß EB 102

Ruhedruckkote: 77.90
 $e(\text{aktiv}) - e(\text{Ruhe}) \geq 0.0$
 Erdruchdruck (verbleibend) $E_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$
 Bettungslager $B_{h,d} = 435.798 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,d} = 1194.356 \text{ kN/m}$
 $\text{Ausnutzungsgrad } \mu_e = (435.80 + 0.00) / 1194.36 = 0.365$
 Erdruchdruck (verbleibend) $E_{v,k} = 0.00$
 Bettungslager $B_{h,k} = 360.868 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,k} = 1552.663 \text{ kN/m}$

Ruhedruck für Bettungsreaktion

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
89.500	88.500	0.000	0.000
88.500	87.500	0.000	0.000
87.500	87.140	0.000	0.000
87.140	86.482	0.000	0.000
86.482	86.140	0.000	0.000
86.140	85.497	0.000	0.000
85.497	85.200	0.000	0.000
85.200	84.450	0.000	0.000
84.450	83.900	0.000	0.000
83.900	83.500	0.000	0.000
83.500	83.150	0.000	0.000
83.150	82.900	0.000	0.000
82.900	82.500	0.000	0.000
82.500	81.499	0.000	0.000
81.499	81.449	0.000	0.000
81.449	80.496	0.000	0.000
80.496	80.094	0.000	0.000
80.094	79.497	0.000	0.000
79.497	78.900	0.000	0.000
78.900	75.314	0.000	13.230
75.314	70.000	13.230	40.419

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k1}	φ_k	$c(\text{akt}),k$	$c(\text{pas}),k$	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\varphi$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	85.20	18.00	10.00	25.00	5.00	5.00	0.667	-0.667	5.00	0.00
2	83.90	19.00	10.00	22.50	5.00	5.00	0.667	-0.667	5.00	0.00
3	78.90	19.00	11.00	27.50	7.50	7.50	0.667	-0.500	25.00	0.00
4	70.00	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.667	-0.500	100.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	85.20	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
2	83.90	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179
3	78.90	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
4	70.00	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179

Aktive Erddruckordinaten ($[g+q],k$)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
89.500	88.500	3.381	5.167	0.00	10.00
88.500	87.500	5.167	6.952	10.00	20.00
87.500	87.140	6.952	7.595	20.00	23.60
87.140	86.482	7.595	9.665	23.60	23.60
86.482	86.140	9.665	10.903	23.60	23.60
86.140	85.497	10.903	13.996	23.60	23.60
85.497	85.200	13.996	15.423	23.60	23.60
85.200	84.450	17.001	21.006	23.60	23.60
84.450	83.900	21.006	23.943	23.60	23.60
83.900	83.500	17.174	19.028	23.60	23.60
83.500	83.150	19.028	20.651	23.60	23.60
83.150	82.900	20.651	21.810	23.60	23.60
82.900	82.500	21.810	23.665	23.60	23.60

82.500	81.499	23.665	28.303	23.60	23.60
81.499	81.449	28.303	28.535	23.60	23.60
81.449	80.496	28.536	48.709	23.60	23.60
80.496	80.094	48.709	57.203	23.60	23.60
80.094	79.497	57.203	59.972	23.60	23.60
79.497	78.900	59.972	62.741	23.60	23.60
78.900	75.314	43.405	52.827	23.60	23.60
75.314	70.000	52.827	68.575	23.60	23.60

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	85.20	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
2	83.90	3.034	3.911	22.500	-15.01	23.23
3	78.90	3.833	4.486	27.500	-13.75	22.26
4	70.00	6.319	6.168	35.000	-17.50	17.41

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
87.50	87.14	0.00	0.00
87.14	86.48	-16.65	-34.65
86.48	86.14	-34.65	-44.02
86.14	85.50	-44.02	-61.62
85.50	85.20	-61.62	-69.75
85.20	84.45	-60.31	-77.81
84.45	83.90	-77.81	-90.65
83.90	83.50	-121.40	-134.38
83.50	83.15	-134.38	-145.73
83.15	82.90	-145.73	-153.84
82.90	82.50	-153.84	-166.81
82.50	81.50	-166.81	-199.26
81.50	81.45	-199.26	-200.88
81.45	80.50	-200.88	-231.81
80.50	80.09	-231.81	-244.83
80.09	79.50	-244.83	-264.20
79.50	78.90	-264.20	-283.56
78.90	75.31	-472.27	-681.43
75.31	70.00	-681.43	-991.40

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-2.8	-11.5	-4.6
87.50	-6.3	-37.1	-27.6
87.14	-7.7	-49.8	-43.2
86.48	-2.4	-56.8	-80.2
86.14	3.3	-50.1	-98.6
85.50	16.3	-31.9	-124.8
85.20	21.8	-26.0	-133.3
84.45	32.4	-21.6	-150.3
83.90	38.3	-27.3	-163.4
83.50	44.5	-19.7	-173.6
83.15	53.5	1.4	-177.0
82.90	61.0	20.3	-174.4
82.50	71.9	46.1	-160.6
81.50	89.8	67.4	-99.8
81.45	90.5	67.4	-96.4
80.50	102.1	50.4	-38.1
80.09	107.2	36.9	-20.5
79.50	115.7	16.5	-4.7
78.90	125.8	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.5	-7.1	-2.4

87.50	-3.7	-28.3	-18.9
87.14	-4.6	-39.4	-31.0
86.48	-0.1	-46.4	-60.8
86.14	4.7	-41.3	-76.0
85.50	15.7	-27.2	-97.8
85.20	20.3	-22.7	-105.2
84.45	29.3	-21.0	-120.8
83.90	34.4	-27.4	-133.8
83.50	39.8	-21.4	-144.3
83.15	47.8	-3.1	-148.8
82.90	54.4	13.6	-147.5
82.50	64.3	36.7	-137.1
81.50	81.0	57.3	-86.6
81.45	81.7	57.5	-83.7
80.50	93.2	44.0	-33.2
80.09	98.3	32.2	-17.8
79.50	106.8	14.3	-4.1
78.90	116.8	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-2.3	-9.3	-3.7
87.50	-5.1	-30.3	-22.5
87.14	-6.2	-40.8	-35.2
86.48	-2.2	-46.6	-65.6
86.14	2.6	-41.2	-80.7
85.50	13.3	-26.3	-102.3
85.20	17.8	-21.4	-109.3
84.45	26.5	-17.9	-123.4
83.90	31.4	-22.7	-134.3
83.50	36.5	-16.6	-142.8
83.15	44.0	0.9	-145.7
82.90	50.1	16.5	-143.6
82.50	59.2	37.8	-132.4
81.50	74.0	55.5	-82.3
81.45	74.5	55.5	-79.6
80.50	84.2	41.6	-31.4
80.09	88.4	30.4	-16.9
79.50	95.6	13.6	-3.9
78.90	104.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.3	-5.9	-2.0
87.50	-3.1	-23.6	-15.7
87.14	-3.8	-32.8	-25.8
86.48	-0.4	-38.7	-50.7
86.14	3.6	-34.5	-63.3
85.50	12.8	-22.6	-81.5
85.20	16.7	-19.0	-87.6
84.45	24.1	-17.5	-100.7
83.90	28.4	-22.8	-111.5
83.50	32.8	-17.8	-120.2
83.15	39.5	-2.6	-124.0
82.90	45.1	11.3	-122.9
82.50	53.3	30.6	-114.2
81.50	67.2	47.8	-72.1
81.45	67.8	47.9	-69.7
80.50	77.4	36.7	-27.7
80.09	81.6	26.9	-14.8
79.50	88.7	11.9	-3.4
78.90	97.1	0.0	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.0	-3.4	-1.7

87.50	-2.0	-6.8	-6.8
87.14	-2.4	-8.0	-9.4
86.48	-1.8	-8.0	-14.9
86.14	-1.1	-6.7	-17.4
85.50	0.5	-3.6	-20.8
85.20	1.2	-2.5	-21.7
84.45	2.4	-0.5	-22.7
83.90	3.0	0.1	-22.8
83.50	3.6	1.3	-22.6
83.15	4.4	3.5	-21.7
82.90	5.1	5.2	-20.6
82.50	5.9	7.2	-18.1
81.50	6.7	7.7	-10.2
81.45	6.8	7.6	-9.8
80.50	6.9	4.9	-3.7
80.09	6.8	3.6	-2.0
79.50	6.9	1.7	-0.5
78.90	6.9	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	0.0	-5.0	-1.7
87.50	0.0	-20.0	-13.3
87.14	0.0	-27.8	-21.9
86.48	0.3	-33.2	-43.1
86.14	0.3	-30.0	-54.0
85.50	0.3	-20.1	-70.1
85.20	0.3	-16.5	-75.5
84.45	0.3	-11.3	-85.5
83.90	0.3	-11.2	-91.5
83.50	0.3	-6.5	-95.5
83.15	0.3	4.9	-95.9
82.90	0.3	14.7	-93.5
82.50	0.3	27.5	-84.8
81.50	0.3	35.4	-51.0
81.45	0.3	35.2	-49.2
80.50	0.3	24.8	-19.9
80.09	0.3	18.7	-11.1
79.50	0.3	9.3	-2.8
78.90	0.3	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 5.334E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe	w	ks	ks·w
[m]	[mm]	[kN/m³]	[kN/m²]
89.50	-74.3	-	-
88.50	-61.3	-	-
87.50	-48.5	-	-
87.14	-43.9	0.000E+0	0.00
86.48	-35.9	1.256E+3	-45.05
86.14	-31.9	1.796E+3	-57.23
85.50	-24.9	2.287E+3	-56.84
85.20	-21.9	2.420E+3	-52.92
84.45	-15.2	2.754E+3	-41.80
83.90	-11.1	3.000E+3	-33.24
83.50	-8.6	9.800E+3	-84.07
83.15	-6.7	1.575E+4	-106.14
82.90	-5.6	2.000E+4	-112.59
82.50	-4.2	2.100E+4	-88.19
81.50	-2.2	2.350E+4	-52.60
81.45	-2.2	2.363E+4	-51.72
80.50	-1.8	2.601E+4	-47.37
80.09	-1.9	2.701E+4	-50.57
79.50	-2.0	2.851E+4	-58.00
78.90	-2.2	2.988E+4	-66.56

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

 $\phi_i, [g+q], k: 0.01876357$

Theoretischer Fußpunkt = 78.900 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M_{Ed}

$M_{Ed} = 177.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{Ed} = 1.4 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} = 53.5 \text{ kN/m}$ (Zug)

Profil: Larssen 703 +0,5 Stahlgüte: S 355 GP

$b = 700.0 \text{ mm}$ / $b_f = 302.0 \text{ mm}$

$t_f = 10.0 \text{ mm}$ / $t_w = 8.3 \text{ mm}$ / $A = 127.4 \text{ cm}^2/\text{m}$

$h = 400.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 46.0^\circ$

$W_{el} = 1270.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 25400.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 37.3$

Querschnittsklasse: 3

$\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{c,Rd} = 450.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{pl,Rd} = 947.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.002$)

$N_{pl,Rd} = 4522.7 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.012$)

Querkraft-Interaktion

$V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 450.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.393$

$N_{Ed} > 0.0$ (Zug)

\rightarrow Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.393$

max $M_d = 177.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 83.15 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 53.5 \text{ kN/m}$; $Q_d = 1.4 \text{ kN/m}$; $w_k = 6.7 \text{ mm}$

max $Q_d = 67.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 81.50 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 89.8 \text{ kN/m}$; $M_d = -99.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 2.7 \text{ mm}$

max $N_d = 125.8 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 78.90 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 2.7 \text{ mm}$

max $w_k = 74.3 \text{ mm}$ (Tiefe = 89.50 m)

Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Einbindetiefe $t_g = 8.24 \text{ m}$

Profillänge = 10.60 m

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $P_{v,k} + G_k + E_{av,k} \geq B_{v,k}$

Bedingung wird nicht eingehalten !!!

Summe $V_k = -31.23 \text{ kN/m}$ (Zug)

$G_k = 10.60 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 79.03 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 246.79 \text{ kN/m}$)

$B_{v,k} = 120.86$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.18

$\gamma_{\text{Gewicht}} = 0.95$

$\gamma_{\text{Strömungskraft}} = 1.35$

UK Schicht = 83.90

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr} = 1.300$

Breite = 1.07 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 130.61 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 70.17$ [kN/m]

Kohäsionskraft $K_k = 65.50$ [kN/m]

Grundbruchlast $P_{g,k} = 2306.70$ [kN/m]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k) / \gamma_{Gr} + E_{av,k}] = 0.083$

$\mu_e = [130.61 \cdot 1.20] / [(2306.70 + 65.50) / 1.300 + 70.17] = 0.083$

Norm: EC 7
Spundwand
Larssen 703 +0,5
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: 77.90
e(aktiv) - e(Ruhe) >= 0.0

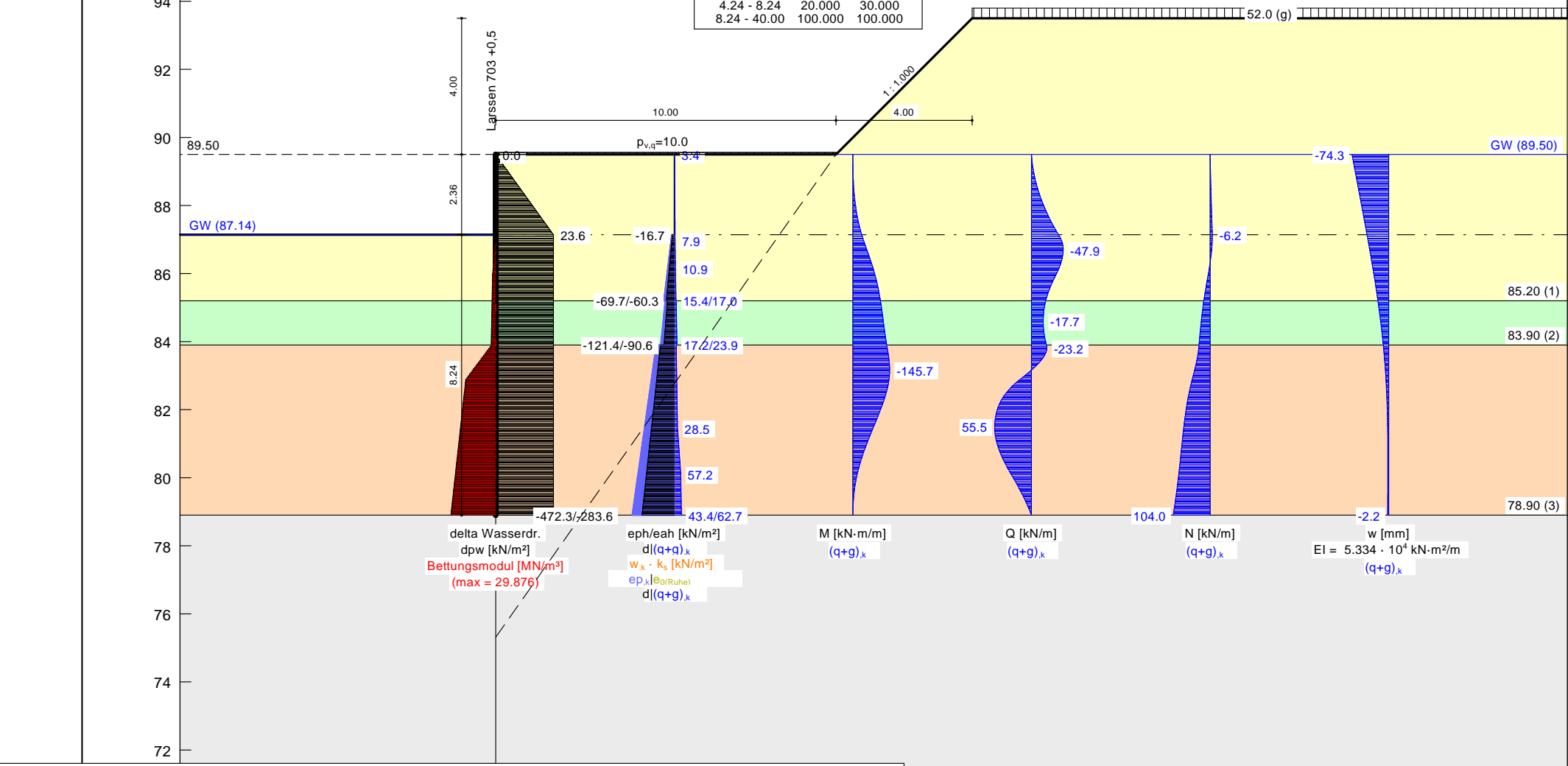
Erf. Profillänge = 10.60 m
Erf. Einbindetiefe = 8.24 m
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
Ankerabstand a = 1.50 m
mob. Ep nicht erfüllt
Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit
(Erfahrungswerte nach EAU 2012)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: Larssen 703 +0,5
Spitzendruck $q_{c,m} = 85.00 \text{ MN/m}^2$
(gemittelt von 79.30 bis 77.30 m) $\Rightarrow q_{b,k} = 20.00 \text{ MN/m}^2$
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.0127 \cdot 20.00 \cdot 1000 / 1.40 = 182.00 \text{ kN/m}$
Mantelreibung
von bis $q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$ Bezeichnung
87.14 85.20 0.00 Auffüllung
85.20 83.90 0.00 Auelehm

83.90 78.90 50.00 BsSt, zersetzt
Mantelfläche bis 78.90 m = $1.226 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$
 $R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 306.45 / 1.40 = 218.89 \text{ kN/m}$
 $R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} = 400.89 \text{ kN/m}$
Einwirkungen
 $V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 12.72 + 95.95 + 0.00 = 108.67 \text{ kN/m}$
 $\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 108.67 / 400.89 = 0.27$
Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_Zwischenaushub_wul.vrb

Boden	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$c(p)_k$ [kN/m²]	δ/φ aktiv	δ/φ passiv	q_c [MN/m²]	$C_{u,k}$ [kN/m²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	25.0	5.0	5.0	0.667	-0.667	5.00	0.00	Auffüllung
	19.0	10.0	22.5	5.0	5.0	0.667	-0.667	5.00	0.00	Auelehm
	19.0	11.0	27.5	7.5	7.5	0.667	-0.500	25.00	0.00	BsSt, zersetzt
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.667	-0.500	100.00	0.00	BsSt, verwittert

Bettungsmodule		
Tiefe [m]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
0.00 - 1.00	0.000	2.000
1.00 - 3.24	2.000	3.000
3.24 - 4.24	3.000	20.000
4.24 - 8.24	20.000	30.000
8.24 - 40.00	100.000	100.000

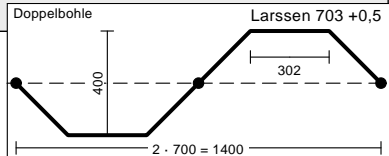


Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,gq
 $M_{Ed} = 177.1 \text{ kN-m/m}$
 $V_{Ed} = 1.4 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = 53.5 \text{ kN/m}$ (Zug)
Profil: Larssen 703 +0,5 Stahlgüte: S 355 GP
b = 700.0 mm / $b_t = 302.0 \text{ mm}$

$t_t = 10.0 \text{ mm} / t_w = 8.3 \text{ mm} / A = 127.4 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 400.0 \text{ mm} / \alpha = 46.0^\circ$
 $W_{el} = 1270.00 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 25400.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-Bohle ist eine Doppelbohle
 $\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_t / t_t / \varepsilon = 37.3$
Querschnittsklasse: 3
 $\beta_B = 1.000 / \beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 450.9 \text{ kN-m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 947.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.002$)
 $N_{pl,Rd} = 4522.7 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.012$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 450.9 \text{ kN-m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.393$
 $N_{Ed} > 0.0$ (Zug)
 \rightarrow Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.393$



Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_Zwischenaushub_wul.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 89.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 87.14 m

Grundwasserstand (rechts) = 89.50 m

Grundwasserstand (links) = 87.14 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[-]
1	10.00	14.00	4.00	4.66	3.39	1.36	52.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	0.00	0.00	10.00	89.50

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
1	89.50	89.50	75.31	3.38	3.38	3.38	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Typ = 1 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum mittig)

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Typ = 3 ==> trapezförmig (oben / unten = 3:1)

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge von 10.60 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m ³]	[MN/m ³]
87.14	86.14	0.000	2.000
86.14	83.90	2.000	3.000
83.90	82.90	3.000	20.000
82.90	78.90	20.000	30.000
78.90	47.14	100.000	100.000

Bettung gemäß EB 102

Ruhedruckkote: 77.90
 $e(\text{aktiv}) - e(\text{Ruhe}) \geq 0.0$
 Erdruhedruck (verbleibend) $E_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$
 Bettungslager $B_{h,d} = 435.798 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,d} = 1194.356 \text{ kN/m}$
 $\text{Ausnutzungsgrad } \mu_e = (435.80 + 0.00) / 1194.36 = 0.365$
 Erdruhedruck (verbleibend) $E_{v,k} = 0.00$
 Bettungslager $B_{h,k} = 360.868 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,k} = 1552.663 \text{ kN/m}$

Ruhedruck für Bettungsreaktion

von [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
89.500	88.500	0.000	0.000
88.500	87.500	0.000	0.000
87.500	87.140	0.000	0.000
87.140	86.482	0.000	0.000
86.482	86.140	0.000	0.000
86.140	85.497	0.000	0.000
85.497	85.200	0.000	0.000
85.200	84.450	0.000	0.000
84.450	83.900	0.000	0.000
83.900	83.500	0.000	0.000
83.500	83.150	0.000	0.000
83.150	82.900	0.000	0.000
82.900	82.500	0.000	0.000
82.500	81.499	0.000	0.000
81.499	81.449	0.000	0.000
81.449	80.496	0.000	0.000
80.496	80.094	0.000	0.000
80.094	79.497	0.000	0.000
79.497	78.900	0.000	0.000
78.900	75.314	0.000	13.230
75.314	70.000	13.230	40.419

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_k	φ_k	$c(\text{akt}),k$	$c(\text{pas}),k$	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\varphi$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
1	85.20	18.00	10.00	25.00	5.00	5.00	0.667	-0.667	5.00	0.00
2	83.90	19.00	10.00	22.50	5.00	5.00	0.667	-0.667	5.00	0.00
3	78.90	19.00	11.00	27.50	7.50	7.50	0.667	-0.500	25.00	0.00
4	70.00	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.667	-0.500	100.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0 .

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	85.20	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
2	83.90	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179
3	78.90	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
4	70.00	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179

Aktive Erddruckordinaten ([g+q],k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
89.500	88.500	3.381	5.167	0.00	10.00
88.500	87.500	5.167	6.952	10.00	20.00
87.500	87.140	6.952	7.595	20.00	23.60
87.140	86.482	7.595	9.665	23.60	23.60
86.482	86.140	9.665	10.903	23.60	23.60
86.140	85.497	10.903	13.996	23.60	23.60
85.497	85.200	13.996	15.423	23.60	23.60
85.200	84.450	17.001	21.006	23.60	23.60
84.450	83.900	21.006	23.943	23.60	23.60
83.900	83.500	17.174	19.028	23.60	23.60
83.500	83.150	19.028	20.651	23.60	23.60
83.150	82.900	20.651	21.810	23.60	23.60
82.900	82.500	21.810	23.665	23.60	23.60

82.500	81.499	23.665	28.303	23.60	23.60
81.499	81.449	28.303	28.535	23.60	23.60
81.449	80.496	28.536	48.709	23.60	23.60
80.496	80.094	48.709	57.203	23.60	23.60
80.094	79.497	57.203	59.972	23.60	23.60
79.497	78.900	59.972	62.741	23.60	23.60
78.900	75.314	43.405	52.827	23.60	23.60
75.314	70.000	52.827	68.575	23.60	23.60

Passive Erddruckbeiwerte
bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	85.20	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
2	83.90	3.034	3.911	22.500	-15.01	23.23
3	78.90	3.833	4.486	27.500	-13.75	22.26
4	70.00	6.319	6.168	35.000	-17.50	17.41

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]
87.50	87.14	0.00	0.00
87.14	86.48	-16.65	-34.65
86.48	86.14	-34.65	-44.02
86.14	85.50	-44.02	-61.62
85.50	85.20	-61.62	-69.75
85.20	84.45	-60.31	-77.81
84.45	83.90	-77.81	-90.65
83.90	83.50	-121.40	-134.38
83.50	83.15	-134.38	-145.73
83.15	82.90	-145.73	-153.84
82.90	82.50	-153.84	-166.81
82.50	81.50	-166.81	-199.26
81.50	81.45	-199.26	-200.88
81.45	80.50	-200.88	-231.81
80.50	80.09	-231.81	-244.83
80.09	79.50	-244.83	-264.20
79.50	78.90	-264.20	-283.56
78.90	75.31	-472.27	-681.43
75.31	70.00	-681.43	-991.40

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-2.8	-11.5	-4.6
87.50	-6.3	-37.1	-27.6
87.14	-7.7	-49.8	-43.2
86.48	-2.4	-56.8	-80.2
86.14	3.3	-50.1	-98.6
85.50	16.3	-31.9	-124.8
85.20	21.8	-26.0	-133.3
84.45	32.4	-21.6	-150.3
83.90	38.3	-27.3	-163.4
83.50	44.5	-19.7	-173.6
83.15	53.5	1.4	-177.0
82.90	61.0	20.3	-174.4
82.50	71.9	46.1	-160.6
81.50	89.8	67.4	-99.8
81.45	90.5	67.4	-96.4
80.50	102.1	50.4	-38.1
80.09	107.2	36.9	-20.5
79.50	115.7	16.5	-4.7
78.90	125.8	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.5	-7.1	-2.4

87.50	-3.7	-28.3	-18.9
87.14	-4.6	-39.4	-31.0
86.48	-0.1	-46.4	-60.8
86.14	4.7	-41.3	-76.0
85.50	15.7	-27.2	-97.8
85.20	20.3	-22.7	-105.2
84.45	29.3	-21.0	-120.8
83.90	34.4	-27.4	-133.8
83.50	39.8	-21.4	-144.3
83.15	47.8	-3.1	-148.8
82.90	54.4	13.6	-147.5
82.50	64.3	36.7	-137.1
81.50	81.0	57.3	-86.6
81.45	81.7	57.5	-83.7
80.50	93.2	44.0	-33.2
80.09	98.3	32.2	-17.8
79.50	106.8	14.3	-4.1
78.90	116.8	0.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-2.3	-9.3	-3.7
87.50	-5.1	-30.3	-22.5
87.14	-6.2	-40.8	-35.2
86.48	-2.2	-46.6	-65.6
86.14	2.6	-41.2	-80.7
85.50	13.3	-26.3	-102.3
85.20	17.8	-21.4	-109.3
84.45	26.5	-17.9	-123.4
83.90	31.4	-22.7	-134.3
83.50	36.5	-16.6	-142.8
83.15	44.0	0.9	-145.7
82.90	50.1	16.5	-143.6
82.50	59.2	37.8	-132.4
81.50	74.0	55.5	-82.3
81.45	74.5	55.5	-79.6
80.50	84.2	41.6	-31.4
80.09	88.4	30.4	-16.9
79.50	95.6	13.6	-3.9
78.90	104.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.3	-5.9	-2.0
87.50	-3.1	-23.6	-15.7
87.14	-3.8	-32.8	-25.8
86.48	-0.4	-38.7	-50.7
86.14	3.6	-34.5	-63.3
85.50	12.8	-22.6	-81.5
85.20	16.7	-19.0	-87.6
84.45	24.1	-17.5	-100.7
83.90	28.4	-22.8	-111.5
83.50	32.8	-17.8	-120.2
83.15	39.5	-2.6	-124.0
82.90	45.1	11.3	-122.9
82.50	53.3	30.6	-114.2
81.50	67.2	47.8	-72.1
81.45	67.8	47.9	-69.7
80.50	77.4	36.7	-27.7
80.09	81.6	26.9	-14.8
79.50	88.7	11.9	-3.4
78.90	97.1	0.0	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	-1.0	-3.4	-1.7

87.50	-2.0	-6.8	-6.8
87.14	-2.4	-8.0	-9.4
86.48	-1.8	-8.0	-14.9
86.14	-1.1	-6.7	-17.4
85.50	0.5	-3.6	-20.8
85.20	1.2	-2.5	-21.7
84.45	2.4	-0.5	-22.7
83.90	3.0	0.1	-22.8
83.50	3.6	1.3	-22.6
83.15	4.4	3.5	-21.7
82.90	5.1	5.2	-20.6
82.50	5.9	7.2	-18.1
81.50	6.7	7.7	-10.2
81.45	6.8	7.6	-9.8
80.50	6.9	4.9	-3.7
80.09	6.8	3.6	-2.0
79.50	6.9	1.7	-0.5
78.90	6.9	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
89.50	0.0	0.0	0.0
88.50	0.0	-5.0	-1.7
87.50	0.0	-20.0	-13.3
87.14	0.0	-27.8	-21.9
86.48	0.3	-33.2	-43.1
86.14	0.3	-30.0	-54.0
85.50	0.3	-20.1	-70.1
85.20	0.3	-16.5	-75.5
84.45	0.3	-11.3	-85.5
83.90	0.3	-11.2	-91.5
83.50	0.3	-6.5	-95.5
83.15	0.3	4.9	-95.9
82.90	0.3	14.7	-93.5
82.50	0.3	27.5	-84.8
81.50	0.3	35.4	-51.0
81.45	0.3	35.2	-49.2
80.50	0.3	24.8	-19.9
80.09	0.3	18.7	-11.1
79.50	0.3	9.3	-2.8
78.90	0.3	0.0	0.0

Weggrößen ([g+q],k)

berechnet mit $EI = 5.334E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	ks [kN/m³]	ks·w [kN/m²]
89.50	-74.3	-	-
88.50	-61.3	-	-
87.50	-48.5	-	-
87.14	-43.9	0.000E+0	0.00
86.48	-35.9	1.256E+3	-45.05
86.14	-31.9	1.796E+3	-57.23
85.50	-24.9	2.287E+3	-56.84
85.20	-21.9	2.420E+3	-52.92
84.45	-15.2	2.754E+3	-41.80
83.90	-11.1	3.000E+3	-33.24
83.50	-8.6	9.800E+3	-84.07
83.15	-6.7	1.575E+4	-106.14
82.90	-5.6	2.000E+4	-112.59
82.50	-4.2	2.100E+4	-88.19
81.50	-2.2	2.350E+4	-52.60
81.45	-2.2	2.363E+4	-51.72
80.50	-1.8	2.601E+4	-47.37
80.09	-1.9	2.701E+4	-50.57
79.50	-2.0	2.851E+4	-58.00
78.90	-2.2	2.988E+4	-66.56

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_{i,[g+q],k}: 0.01876357$

Theoretischer Fußpunkt = 78.900 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
 Bemessungssituation: max M_{Ed}
 $M_{\text{Ed}} = 177.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{\text{Ed}} = 1.4 \text{ kN/m}$
 $N_{\text{Ed}} = 53.5 \text{ kN/m}$ (Zug)
 Profil: Larssen 703 +0,5 Stahlgüte: S 355 GP
 $b = 700.0 \text{ mm}$ / $b_f = 302.0 \text{ mm}$
 $t_f = 10.0 \text{ mm}$ / $t_w = 8.3 \text{ mm}$ / $A = 127.4 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 400.0 \text{ mm}$ / $\alpha = 46.0^\circ$
 $W_{\text{el}} = 1270.00 \text{ cm}^3/\text{m}$ / $I = 25400.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
 U-Bohle ist eine Doppelbohle
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 37.3$
 Querschnittsklasse: 3
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$
 $f_{y,\text{red}} = 355.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{\text{c,Rd}} = 450.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{\text{pl,Rd}} = 947.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.002$)
 $N_{\text{pl,Rd}} = 4522.7 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.012$)
 Querkraft-Interaktion
 $V_{\text{Ed}} \leq 0.5 \cdot V_{\text{pl,Rd}} \rightarrow$ keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 $M_{\text{c,Rd}} = 450.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{\text{Ed}} / M_{\text{c,Rd}} = 0.393$
 $N_{\text{Ed}} > 0.0$ (Zug)
 \rightarrow Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.393$

max $M_d = 177.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 83.15 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = 53.5 \text{ kN/m}$; $Q_d = 1.4 \text{ kN/m}$; $w_k = 6.7 \text{ mm}$

max $Q_d = 67.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 81.50 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = 89.8 \text{ kN/m}$; $M_d = -99.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 2.7 \text{ mm}$

max $N_d = 125.8 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 78.90 m)
 Zugehörige Werte: $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 2.7 \text{ mm}$

max $w_k = 74.3 \text{ mm}$ (Tiefe = 89.50 m)
 Zugehörige Werte: $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Einbindetiefe $t_g = 8.24 \text{ m}$
 Profillänge = 10.60 m

Nachweis Summe V
 Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße
 nach unten gerichtet ist.
 Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands
 Bedingung: $P_{v,k} + G_k + E_{av,k} \geq B_{v,k}$
 Bedingung wird nicht eingehalten !!!
 Summe $V_k = -31.23 \text{ kN/m}$ (Zug)
 $G_k = 10.60 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 79.03 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 246.79 \text{ kN/m}$)
 $B_{v,k} = 120.86$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.18
 $\gamma_{\text{Gewicht}} = 0.95$
 $\gamma_{\text{Strömungskraft}} = 1.35$
 UK Schicht = 83.90

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99
 Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt
 Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr} = 1.300$
 Breite = 1.07 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 130.61 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 70.17$ [kN/m]

Kohäsionskraft $K_k = 65.50$ [kN/m]

Grundbruchlast $P_{g,k} = 2306.70$ [kN/m]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k) / \gamma_{Gr} + E_{av,k}] = 0.083$

$\mu_e = [130.61 \cdot 1.20] / [(2306.70 + 65.50) / 1.300 + 70.17] = 0.083$

Norm: EC 7

Spundwand

Larssen 703 -0,5

Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 89.00 m / eaho/eahu = 1.5)

Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011

Bettung gemäß EB 102

Ruhedruckkote: 77.90

e(aktiv) - e(Ruhe) >= 0.0

Erf. Profillänge = 10.60 m

Erf. Einbindetiefe = 8.24 m

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{ep} = 1.30$

Ankerabstand a = 1.50 m

σ_r (Gurtung) = 24.00 kN/cm²

τ_r (Gurtung) = 13.86 kN/cm²

$\sigma_{v,r}$ (Gurtung) = 24.00 kN/cm²

Gurtbemessung: Gleichlast $[M=q \cdot a^2/10]$

mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.73$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Erfahrungswerte nach EAU 2012)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: Larssen 703 -0,5

Spitzendruck $q_{c,m} = 85.00$ MN/m² (gemittelt von 79.30 bis 77.30 m) ==> $q_{b,k} = 20.00$ MN/m²

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.0119 \cdot 20.00 \cdot 1000 / 1.40 = 169.29$ kN/m

Mantelreibung

von

bis

$q_{s,k}$ [kN/m²]

Bezeichnung

87.14

85.20

83.90

0.00

0.00

50.00

Auffüllung

Auelehm

BsSt, zersetzt

Mantelfläche bis 78.90 m = 1.226 m²/m ==> $R_{s1,d}$

$R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 306.45 / 1.40 = 218.89$ kN/m

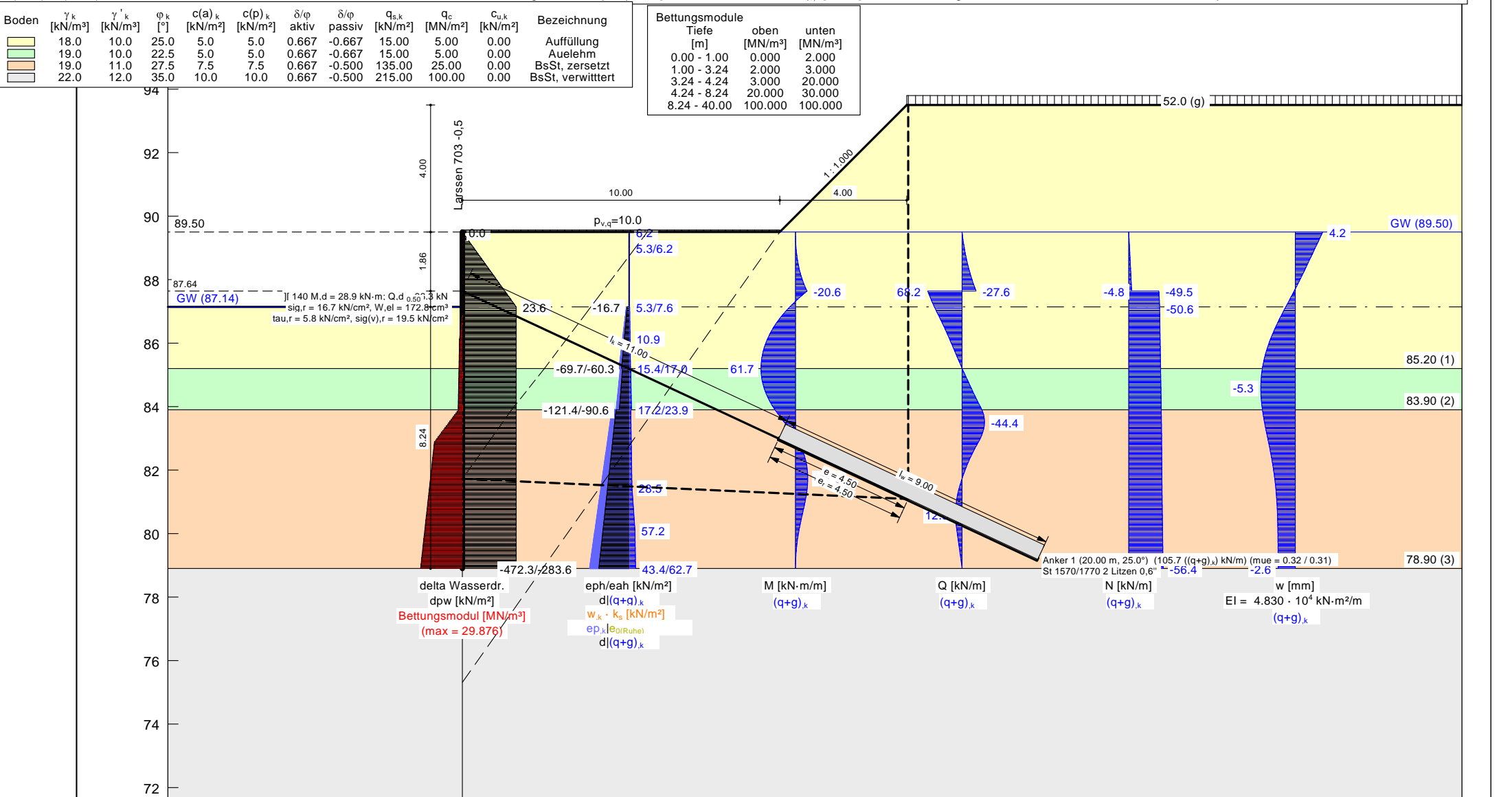
$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} = 388.18$ kN/m

Einwirkungen

$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 11.83 + 95.95 + 54.26 = 162.04$ kN/m

==> $\mu = V_d / R_d = 162.04 / 388.18 = 0.42$

Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_Zwischenaushub+Anker_wul.vrb



Bemessungswerte:

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 74.5$ kN-m/m

$V_{Ed} = 0.1$ kN/m

$N_{Ed} = -63.2$ kN/m (Druck)

Profil: Larssen 703 -0,5

Stahlgüte: S 355 GP

b = 700.0 mm / $b_t = 302.0$ mm

$t_t = 9.0$ mm / $t_w = 7.7$ mm / A = 118.5 cm²/m

h = 400.0 mm / $\alpha = 46.0^\circ$

$W_{el} = 1150.00$ cm³/m / I = 23000.0 cm⁴/m

U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_t / t_t / \varepsilon = 41.4$

Querschnittsklasse: 3

$\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0$ N/mm²

$M_{c,Rd} = 408.3$ kN-m/m

$V_{pl,Rd} = 881.5$ kN/m ($\mu = 0.000$)

$N_{pl,Rd} = 4206.8$ kN/m ($\mu = 0.015$)

Querkraft-Interaktion

$V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 408.3$ kN-m/m

$\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.183$

Knicklänge = 8.74 m

$N_{cr} = 6240.6$ kN/m

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.010 \leq 0.04$

\rightarrow Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.183$

Doppelbohle

Larssen 703 -0,5

400

302

2 · 700 = 1400

Spundwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_wul.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 89.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050 m

Baugrubensohle = 83.90 m

Grundwasserstand (rechts) = 89.50 m

Grundwasserstand (links) = 83.90 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

 $\gamma_G = 1.20$ $\gamma_Q = 1.30$ $\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[-]
1	10.00	14.00	4.00	4.66	3.39	1.36	52.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	30.00	0.00	0.00	10.00	89.50

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	
1	89.50	89.50	75.31	10.14	10.14	10.14	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Typ = 1 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum mittig)

Typ = 2 ==> dreieckförmig verteilt (Maximum oben)

Typ = 3 ==> trapezförmig (oben / unten = 3:1)

Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 89.00 m / eaho/eahu = 1.5)

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge von 10.60 m fest und Fuß gebettet

Bettungsmodule

von	bis	ks(oben)	ks(unten)
[m]	[m]	[MN/m³]	[MN/m³]
83.90	82.90	0.000	20.000
82.90	78.90	20.000	30.000
78.90	43.90	100.000	100.000

Bettung gemäß EB 102

Ruhedruckkote: 77.90

$e(\text{aktiv}) - e(\text{Ruhe}) \geq 0.0$
 Erdruhedruck (verbleibend) $E_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$
 Bettungslager $B_{h,d} = 513.758 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,d} = 535.183 \text{ kN/m}$
 Ausnutzungsgrad $\mu_e = (513.76 + 0.00) / 535.18 = 0.960$
 Erdruhedruck (verbleibend) $E_{v,k} = 0.00$
 Bettungslager $B_{h,k} = 424.393 \text{ kN/m}$
 Erdwiderstand $E_{ph,k} = 695.738 \text{ kN/m}$

Ruhedruck für Bettungsreaktion

von [m]	bis [m]	oben [kN/m²]	unten [kN/m²]
89.500	89.000	0.000	0.000
89.000	88.500	0.000	0.000
88.500	87.640	0.000	0.000
87.640	87.450	0.000	0.000
87.450	86.450	0.000	0.000
86.450	85.450	0.000	0.000
85.450	85.200	0.000	0.000
85.200	84.650	0.000	0.000
84.650	84.450	0.000	0.000
84.450	83.900	0.000	0.000
83.900	83.450	0.000	0.000
83.450	82.900	0.000	0.000
82.900	82.500	0.000	0.000
82.500	81.499	0.000	0.000
81.499	81.449	0.000	0.000
81.449	80.496	0.000	0.000
80.496	80.094	0.000	0.000
80.094	79.497	0.000	0.000
79.497	78.900	0.000	0.000
78.900	75.314	0.000	13.230
75.314	70.000	13.230	40.419

Anker und Steifen

Nr.	y	Neigung	Länge	N_d	N_k	$N_{g,k}$	$N_{w,k}$	EA	EI	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m²/m]	
1	87.64	25.00	15.50	274.88	224.54	170.25	126.50	2.100E+7	-	Anker

Gewählte Ankerstähle

Ankerabstand = 1.50 m

Nr.	Ankerstahl	A_d [kN]	A_R [kN]
1	St 1570/1770 3 Litzen 0,6"	412.3	573.4

Biegenachweis Gurtung:

Moment infolge: Gleichlast $[M = q \cdot a^2 / 10]$

Gurtung parallel zum Anker

$a = 1.50 \text{ m}$ $\sigma_r = 24.00 \text{ kN/m}^2$

Nr.	Gurtung	q [kN/m]	M_d [kN·m]	W_{el} [cm³]	$\sigma_{g,d}$ [kN/cm²]
1	II 200	274.9	61.8	382.0	16.2

Schubnachweis Gurtung:

$\tau_r = 13.86 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(v)_r = 24.00 \text{ kN/m}^2$

Nr.	Gurtung	Q_d [kN]	$S/s/l$ [1/cm²]	τ_d [kN/cm²]	$\sigma(v)_d$ [kN/cm²]
1	II 200	206.2	0.035109	7.2	20.5

Vorspannungen an Ankern / Steifen

Anker/Steife	Tiefe	Vorspannung
[-]	[m]	[kN/m]
1	87.64	30.0000

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(\text{akt}),k$	$c(\text{pas}),k$	$d(a)/\varphi$	$d(p)/\varphi$	$q_{s,k}$	q_c	$c_{u,k}$
[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[kN/m²]	[MN/m²]	[kN/m²]
1	85.20	18.00	10.00	25.00	5.00	5.00	0.667	-	15.00	5.00	0.00
2	83.90	19.00	10.00	22.50	5.00	5.00	0.667	-	15.00	5.00	0.00
3	78.90	19.00	11.00	27.50	7.50	7.50	0.667	-0.500	135.00	25.00	0.00
4	70.00	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.667	-0.500	215.00	100.00	0.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$

Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird angewendet, wenn Kohäsion < 0.0 .
 Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} wird nur auf ständige Lasten angewendet.
 bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	δ	θ	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[-]
1	85.20	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00	0.179
2	83.90	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51	0.179
3	78.90	0.311	0.980	27.500	18.34	54.50	0.179
4	70.00	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94	0.179

Aktive Erddruckordinaten ($[g+q], k$)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
89.500	89.000	20.898	20.898	0.00	5.00
89.000	88.500	17.313	17.313	5.00	10.00
88.500	87.640	17.313	17.313	10.00	18.60
87.640	87.450	17.313	17.313	18.60	20.50
87.450	86.450	17.313	17.313	20.50	30.50
86.450	85.450	17.313	17.313	30.50	40.50
85.450	85.200	17.313	17.313	40.50	43.00
85.200	84.650	17.313	17.313	43.00	48.50
84.650	84.450	17.313	17.313	48.50	50.50
84.450	83.900	17.313	17.313	50.50	56.00
83.900	83.450	23.936	26.022	56.00	56.00
83.450	82.900	26.022	28.572	56.00	56.00
82.900	82.500	28.572	30.427	56.00	56.00
82.500	81.499	30.427	35.065	56.00	56.00
81.499	81.449	35.065	35.297	56.00	56.00
81.449	80.496	35.297	55.471	56.00	56.00
80.496	80.094	55.471	63.965	56.00	56.00
80.094	79.497	63.965	66.734	56.00	56.00
79.497	78.900	66.734	69.502	56.00	56.00
78.900	75.314	50.167	62.969	56.00	56.00
75.314	70.000	62.969	68.575	56.00	56.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2011

Schicht	UK	k_{pgh}	k_{pch}	φ_k	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	78.90	3.833	4.486	27.500	-13.75	22.26
4	70.00	6.319	6.168	35.000	-17.50	17.41

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
83.90	83.45	-25.88	-40.47
83.45	82.90	-40.47	-58.31
82.90	82.50	-58.31	-71.29
82.50	81.50	-71.29	-103.73
81.50	81.45	-103.73	-105.36
81.45	80.50	-105.36	-136.28
80.50	80.09	-136.28	-149.30
80.09	79.50	-149.30	-168.67
79.50	78.90	-168.67	-188.04
78.90	75.31	-314.79	-523.94
75.31	70.00	-523.94	-833.91

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	-4.5	-14.5	-3.5	
88.50	-8.3	-29.9	-14.5	
87.64	-14.9	-63.4	-54.0	216.5
87.64	-131.0	185.7	-54.0	
87.45	-132.5	177.1	-19.6	
86.45	-140.1	124.7	132.3	
85.45	-147.8	60.3	225.8	
85.20	-149.7	42.3	238.7	

84.65	-153.5	0.2	250.5
84.45	-154.9	-16.1	249.0
83.90	-158.7	-63.2	227.3
83.45	-154.0	-87.3	192.6
82.90	-144.3	-100.8	140.3
82.50	-134.8	-102.1	99.4
81.50	-102.6	-74.1	7.5
81.45	-100.7	-71.5	3.9
80.50	-58.1	-10.5	-36.9
80.09	-37.0	21.2	-34.8
79.50	-12.0	38.3	-14.3
78.90	-0.1	0.1	0.0
78.90	-0.1	0.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	-2.5	-8.0	-1.9	
88.50	-4.3	-16.8	-7.9	
87.64	-7.5	-38.9	-31.2	152.5
87.64	-93.9	146.2	-31.2	
87.45	-94.6	140.2	-4.0	
86.45	-98.3	101.0	117.6	
85.45	-101.9	49.7	193.9	
85.20	-102.9	35.1	204.5	
84.65	-104.8	0.1	214.4	
84.45	-105.4	-13.5	213.0	
83.90	-107.3	-53.3	194.8	
83.45	-103.0	-74.2	165.4	
82.90	-94.7	-86.1	120.8	
82.50	-86.6	-87.4	85.9	
81.50	-58.8	-63.7	7.1	
81.45	-57.1	-61.5	4.0	
80.50	-19.9	-9.4	-31.3	
80.09	-1.3	17.8	-29.6	
79.50	21.2	32.7	-12.3	
78.90	32.5	0.1	0.0	
78.90	32.5	0.0	0.0	

Schnittgrößen ([g+q],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	-3.6	-11.7	-2.8	
88.50	-6.7	-24.1	-11.7	
87.64	-11.9	-51.3	-43.6	176.3
87.64	-106.8	152.2	-43.6	
87.45	-108.0	145.2	-15.3	
86.45	-114.1	102.4	109.3	
85.45	-120.2	49.6	186.2	
85.20	-121.7	34.8	196.7	
84.65	-124.8	0.1	206.5	
84.45	-125.9	-13.2	205.2	
83.90	-129.0	-52.0	187.3	
83.45	-125.4	-71.9	158.8	
82.90	-117.4	-83.1	115.6	
82.50	-109.6	-84.2	82.0	
81.50	-83.0	-61.1	6.3	
81.45	-81.4	-59.0	3.3	
80.50	-46.3	-8.7	-30.4	
80.09	-28.9	17.5	-28.7	
79.50	-8.2	31.6	-11.8	
78.90	1.6	0.1	0.0	
78.90	1.7	0.0	0.0	

Schnittgrößen (g,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	-2.1	-6.6	-1.6	
88.50	-3.6	-14.0	-6.6	

87.64	-6.3	-32.4	-26.0	127.1
87.64	-78.2	121.9	-26.0	
87.45	-78.8	116.8	-3.3	
86.45	-81.9	84.1	98.0	
85.45	-85.0	41.5	161.6	
85.20	-85.7	29.2	170.4	
84.65	-87.3	0.1	178.6	
84.45	-87.9	-11.2	177.5	
83.90	-89.4	-44.4	162.4	
83.45	-86.2	-61.8	137.8	
82.90	-79.3	-71.7	100.7	
82.50	-72.5	-72.9	71.6	
81.50	-49.3	-53.1	5.9	
81.45	-47.9	-51.2	3.3	
80.50	-16.9	-7.8	-26.1	
80.09	-1.4	14.9	-24.7	
79.50	17.3	27.3	-10.2	
78.90	26.8	0.1	0.0	
78.90	26.8	0.0	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	-1.5	-5.1	-1.3	
88.50	-3.0	-10.1	-5.1	
87.64	-5.7	-18.9	-17.5	49.2
87.64	-28.6	30.3	-17.5	
87.45	-29.2	28.4	-12.0	
86.45	-32.2	18.3	11.4	
85.45	-35.2	8.1	24.6	
85.20	-36.0	5.6	26.3	
84.65	-37.5	0.0	27.8	
84.45	-38.0	-2.0	27.6	
83.90	-39.5	-7.6	25.0	
83.45	-39.2	-10.1	20.9	
82.90	-38.1	-11.3	14.9	
82.50	-37.1	-11.3	10.4	
81.50	-33.7	-8.0	0.4	
81.45	-33.5	-7.7	0.0	
80.50	-29.4	-0.8	-4.3	
80.09	-27.5	2.6	-4.0	
79.50	-25.5	4.3	-1.6	
78.90	-25.1	0.0	0.0	
78.90	-25.1	0.0	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
89.50	0.0	0.0	0.0	
89.00	0.0	-1.2	-0.2	
88.50	0.0	-5.0	-1.7	
87.64	0.0	-17.3	-10.7	114.6
87.64	-53.5	97.4	-10.7	
87.45	-53.5	93.6	7.4	
86.45	-53.5	68.1	89.1	
85.45	-53.5	32.6	140.4	
85.20	-53.5	22.2	147.2	
84.65	-53.5	-3.0	152.7	
84.45	-53.5	-12.9	151.1	
83.90	-53.5	-42.2	136.1	
83.45	-53.1	-55.7	113.6	
82.90	-53.1	-62.5	80.7	
82.50	-53.0	-62.2	55.6	
81.50	-52.9	-43.6	0.7	
81.45	-52.9	-42.1	-1.5	
80.50	-52.7	-4.0	-24.6	
80.09	-52.6	15.0	-22.4	
79.50	-52.5	24.3	-9.0	
78.90	-52.5	0.1	0.0	
78.90	-52.5	0.0	0.0	

Weggrößen ($[g+q], k$)

berechnet mit $EI = 4.830E+4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	ks [kN/m ³]	ks·w [kN/m ²]
89.50	17.3	-	-
89.00	12.6	-	-
88.50	7.9	-	-
87.64	-0.3	-	-
87.45	-2.2	-	-
86.45	-11.9	-	-
85.45	-19.4	-	-
85.20	-20.7	-	-
84.65	-22.7	-	-
84.45	-23.1	-	-
83.90	-23.4	0.000E+0	0.00
83.45	-22.7	2.316E+3	-52.62
82.90	-21.0	3.605E+3	-75.81
82.50	-19.3	4.795E+3	-92.68
81.50	-14.1	9.548E+3	-134.86
81.45	-13.8	9.891E+3	-136.97
80.50	-8.7	2.035E+4	-177.18
80.09	-6.7	2.701E+4	-180.52
79.50	-3.8	2.851E+4	-109.38
78.90	-1.1	3.000E+4	-32.28

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

$\phi_i, [g+q], k: -0.26353396$

Theoretischer Fußpunkt = 78.899 m

Bemessung nach EC 3 (el.-el.)

Bemessungssituation: max M, q

$M_{Ed} = 250.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{Ed} = 0.2 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} = -153.5 \text{ kN/m}$ (Druck)

Profil: Larssen 703 -0,5 Stahlgüte: S 355 GP

$b = 700.0 \text{ mm} / b_f = 302.0 \text{ mm}$

$t_f = 9.0 \text{ mm} / t_w = 7.7 \text{ mm} / A = 118.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$h = 400.0 \text{ mm} / \alpha = 46.0^\circ$

$W_{el} = 1150.00 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 23000.0 \text{ cm}^4/\text{m}$

U-Bohle ist eine Doppelbohle

$\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 41.4$

Querschnittsklasse: 3

$\beta_B = 1.000 / \beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{c,Rd} = 408.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$V_{pl,Rd} = 881.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.000$)

$N_{pl,Rd} = 4206.8 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.036$)

Querkraft-Interaktion

$V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{c,Rd} = 408.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.614$

Knicklänge = 8.74 m

$N_{cr} = 6240.6 \text{ kN/m}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.025 \leq 0.04$

\rightarrow Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.614$

max $M_d = 250.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 84.65 m)

Zugehörige Werte: $N_d = -153.5 \text{ kN/m}$; $Q_d = 0.2 \text{ kN/m}$; $w_k = 22.7 \text{ mm}$

max $Q_d = 185.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 87.64 m)

Zugehörige Werte: $N_d = -131.0 \text{ kN/m}$; $M_d = -54.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.4 \text{ mm}$

max $N_d = 158.7 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 83.90 m)

Zugehörige Werte: $Q_d = -63.2 \text{ kN/m}$; $M_d = 227.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 28.3 \text{ mm}$

max $w_k = 23.4 \text{ mm}$ (Tiefe = 84.05 m)

Zugehörige Werte: $N_d = -157.7 \text{ kN/m}$; $Q_d = -50.0 \text{ kN/m}$; $M_d = 235.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Einbindetiefe $t_g = 5.00 \text{ m}$
 Profillänge = 10.60 m

Nachweis Summe V

Das Vorzeichen ist positiv, wenn Kraftgröße nach unten gerichtet ist.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung: $P_{v,k} + G_k + E_{av,k} \geq B_{v,k}$

$G_k = 9.86 \text{ kN/m}$

$P_{v,k} = 71.95 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 101.28 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 318.34 \text{ kN/m}$)

$B_{v,k} = 135.01$

Summe $V_k = 48.08 \text{ kN/m}$ (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Erfahrungswerte nach EAU 2012)

Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)

Profil: Larssen 703 -0,5

Spitzendruck $q_{c,m} = 85.00 \text{ MN/m}^2$

(gemittelt von 79.30 bis 77.30 m) $\Rightarrow q_{b,k} = 20.00 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.0119 \cdot 20.00 \cdot 1000 / 1.40 = 169.29 \text{ kN/m}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
83.90	78.90	50.00	BsSt, zersetzt

Mantelfläche bis 78.90 m = $1.226 \text{ m}^2/\text{m} \Rightarrow R_{s1,d}$

$R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 306.45 / 1.40 = 218.89 \text{ kN/m}$

$R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} = 388.18 \text{ kN/m}$

Einwirkungen

$V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 11.83 + 124.87 + 116.17 = 252.87 \text{ kN/m}$

$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 252.87 / 388.18 = 0.65$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Ausnutzungsgrad Hydraulischer Grundbruch = 0.46

gamma(Gewicht) = 0.95

gamma(Strömungskraft) = 1.35

UK Schicht = 78.90

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Nachweis Tiefe Gleitfuge

(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)

Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 9.13 m

$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$ und $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$

mögl $A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{Ep}$ und mögl $A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{Ep}$

$\mu_{ue} = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	$A_{h,d}$	mögl $A_{h,d}$	$\mu_{ue,gq}$	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	$\mu_{ue,g}$
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	87.64	15.50	0.00	249.12	401.84	0.620	185.16	264.41	0.700

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g+q

x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	θ	ϕ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	80.37	-	221.7	69.2	-	-	-	-	-	-
10.00	80.88	1220.1	408.0	124.9	-498.9	-1091.2	75.1	0.0	2.93	27.5
14.00	81.09	496.3	521.1	158.4	-213.7	-467.3	30.0	0.0	2.93	27.5
14.05	81.09	10.1	520.9	158.3	-3.7	-8.1	0.4	0.0	2.93	27.5

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g

x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	θ	ϕ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	80.37	-	129.1	40.8	-	-	-	-	-	-
10.00	80.88	920.1	408.0	124.9	-412.8	-903.0	75.1	0.0	2.93	27.5
14.00	81.09	496.3	521.1	158.4	-213.7	-467.3	30.0	0.0	2.93	27.5
14.05	81.09	10.1	520.9	158.3	-3.7	-8.1	0.4	0.0	2.93	27.5

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis des Herausziehwiderstands

Ankerabstand [m] = 1.500

Teilsicherheit = 1.10

Anker	Länge	GL	FL	D
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	15.50	20.00	11.00	0.200

Anker	l	lk	lw	e	er	F,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]
1	20.00	11.00	9.00	4.50	4.50	462.67

Anker 1: Bed. a) $e_r = 4.50 > e = 4.50$ Bed. b) $\mu_e = 0.594 \leq 1.0$

F,d = Mantelreibungskraft

e_r = Abstand von theta-Linie bis Schwerpunkt der Mantelreibungskräfte

e = Abstand von theta-Linie bis zur eingegebenen Ankerlänge

e_r und e können aus der Grafik entnommen werden.

$\mu_e = \text{Ankerkraft}, d / \text{Mantelreibungskraft}, d$

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Gr} = 1.300$

Breite = 1.12 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 160.72 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 91.99$ [kN/m]

Kohäsionskraft $K_k = 65.50$ [kN/m]

Grundbruchlast $P_{g,k} = 2062.92$ [kN/m]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k) / \gamma_{Gr} + E_{av,k}] = 0.112$

$\mu_e = [160.72 \cdot 1.20] / [(2062.92 + 65.50) / 1.300 + 91.99] = 0.112$

Norm: EC 7
Spundwand
Larssen 703 -0,5
Erddruckumlagerung in 2 Rechtecke (Tiefe Teilung = 89.00 m / eaho/eahu = 1.5)
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Beiwert mit $\varphi = 40^\circ$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettung gemäß EB 102
Ruhedruckkote: 77.90
e(aktiv) - e(Ruhe) >= 0.0

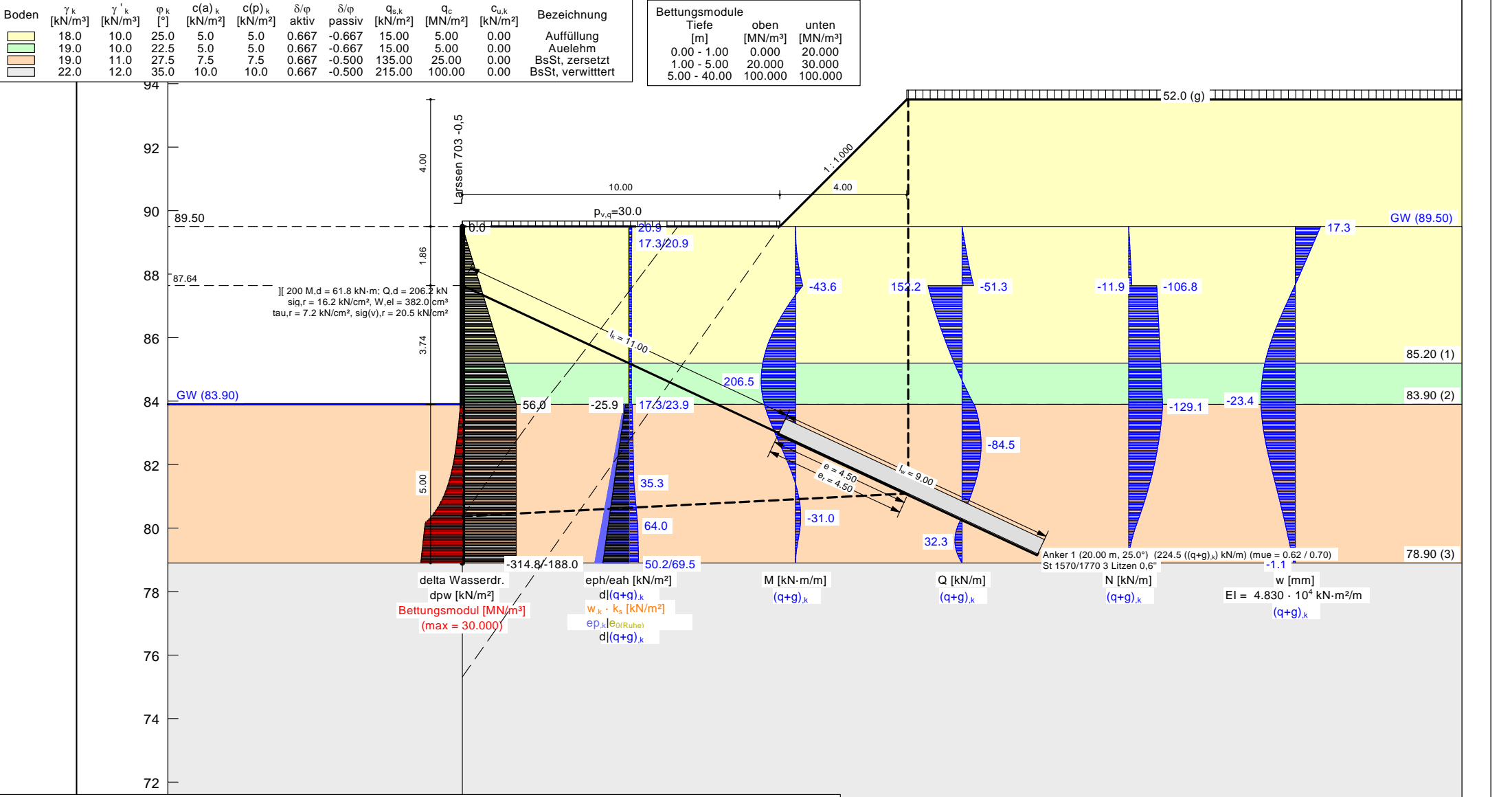
Erf. Profillänge = 10.60 m
Erf. Einbindetiefe = 5.00 m
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
Ankerabstand a = 1.50 m
 σ_r (Gurtung) = 24.00 kN/cm²
 τ_r (Gurtung) = 13.86 kN/cm²
 $\sigma_{V,r}$ (Gurtung) = 24.00 kN/cm²
Gurtbemessung: Gleichlast $[M=q \cdot a^2/10]$

mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.74$
Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (Erfahrungswerte nach EAU 2012)
Verfahren 2: EAU Bild E 4-3 (rechts)
Profil: Larssen 703 -0,5
Spitzendruck $q_{c,m} = 85.00$ MN/m² (gemittelt von 79.30 bis 77.30 m) ==> $q_{b,k} = 20.00$ MN/m²
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{q,b,k} = 0.0119 \cdot 20.00 \cdot 1000 / 1.40 = 169.29$ kN/m
Mantelreibung
von bis $q_{s,k}$ [kN/m²] Bezeichnung

83.90 78.90 50.00 BsSt, zersetzt
Mantelfläche bis 78.90 m = 1.226 m²/m ==> $R_{s1,d}$
 $R_{s1,d} = R_{s1,k} / \gamma_{q,s,k} = 306.45 / 1.40 = 218.89$ kN/m
 $R_d = R_{b,d} + R_{s1,d} = 388.18$ kN/m
Einwirkungen
 $V_d = G_d + E_{av,d} + P_{v,d} = 11.83 + 124.87 + 116.17 = 252.87$ kN/m
==> $\mu = V_d / R_d = 252.87 / 388.18 = 0.65$
Datei: Verbau_SÜ_2015-02-13_Spundwand_wul.vrb

Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ aktiv	δ/φ passiv	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	q_c [MN/m ²]	$C_{u,k}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	25.0	5.0	5.0	0.667	-0.667	15.00	5.00	0.00	Auffüllung
	19.0	10.0	22.5	5.0	5.0	0.667	-0.667	15.00	5.00	0.00	Auelehm
	19.0	11.0	27.5	7.5	7.5	0.667	-0.500	135.00	25.00	0.00	BsSt, zersetzt
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.667	-0.500	215.00	100.00	0.00	BsSt, verwittert

Tiefe [m]	oben [MN/m ³]	unten [MN/m ³]
0.00 - 1.00	0.000	20.000
1.00 - 5.00	20.000	30.000
5.00 - 40.00	100.000	100.000



Bemessungswerte:
Bemessung nach EC 3 (el.-el.)
Bemessungssituation: max M,qg
 $M_{Ed} = 250.5$ kN-m/m
 $V_{Ed} = 0.2$ kN/m
 $N_{Ed} = -153.5$ kN/m (Druck)
Profil: Larssen 703 -0,5 Stahlgüte: S 355 GP
b = 700.0 mm / $b_t = 302.0$ mm

$t_f = 9.0$ mm / $t_w = 7.7$ mm / A = 118.5 cm²/m
h = 400.0 mm / $\alpha = 46.0^\circ$
 $W_{el} = 1150.00$ cm³/m / I = 23000.0 cm⁴/m
U-Bohle ist eine Doppelbohle
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.810 \rightarrow b_t / t_f / \varepsilon = 41.4$
Querschnittsklasse: 3
 $\beta_B = 1.000$ / $\beta_D = 1.000$

$f_{y,red} = 355.0$ N/mm²
 $M_{c,Rd} = 408.3$ kN-m/m
 $V_{pl,Rd} = 881.5$ kN/m ($\mu = 0.000$)
 $N_{pl,Rd} = 4206.8$ kN/m ($\mu = 0.036$)
Querkraft-Interaktion
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.

Nachweis M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 408.3$ kN-m/m
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.614$
Knicklänge = 8.74 m
 $N_{cr} = 6240.6$ kN/m
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.025 \leq 0.04$
 \rightarrow Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.614$

Doppelbohle
400
302
2 · 700 = 1400

Larssen 703 -0,5